

## Subproductos agroindustriales como suplemento en vacunos lecheros del trópico: impacto en el balance de nitrógeno, metano entérico y parámetros productivos

Richard Ayala Roldan <sup>a</sup>, José Velarde-Guillén <sup>a</sup>, Isabel Molina-Botero <sup>a</sup>, Lorena Müller <sup>b</sup>, Eduardo Fuentes Navarro <sup>a</sup>, Gélver Romero Delgado <sup>a</sup>, Víctor Hidalgo Lozano <sup>a</sup>, Dante M. Pizarro <sup>a</sup>, Carlos Gómez Bravo <sup>a</sup>.

### FILIACIONES

a. Escuela de Posgrado, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.  
b. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional de San Martín. San Martín, Perú.

### CORREOS DE AUTORES

20240257@lamolina.edu.pe  
cagomez@lamolina.edu.pe  
vhidalgo@lamolina.edu.pe

## CONTENIDO

### INTRODUCCIÓN

La producción lechera en el trópico está limitada por los altos costos de alimentación y la baja disponibilidad de ingredientes convencionales para concentrados. Este estudio evaluó los efectos de reemplazar parcialmente el concentrado con cascarilla de cacao o polvillo de arroz sobre el rendimiento productivo, balance de nitrógeno, emisiones de metano y costos de alimentación en vacas bajo condiciones tropicales.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron doce vacas Brown Swiss x Gyr en un diseño de Cuadrado Latino 3x3. Los animales pastorearon *Urochloa brizantha* durante el día, recibieron *Cenchrus purpureus* picado en el corral, y se les asignó uno de tres concentrados isoenergéticos e isoproteicos: un control a base de insumos convencionales (CTL) y dos con reemplazo del 30% del concentrado por cascarilla de cacao (CH) o polvillo de arroz (RB). El consumo de materia seca (DMI) se estimó usando el marcado dióxido de titanio. La emisión de metano entérico se estimó mediante ecuaciones predictivas validadas basadas en el DMI y la FDN [1], y el balance de nitrógeno se cuantificó a partir del consumo y la excreción en heces, orina y leche. [2]

Tabla 1. Performance productiva, económica y ambiental de la dieta de control (CTL), con 30% de cascarilla de cacao (CH) y 30% de polvillo de arroz (RB).

| Característica                           | Unidad     | Tratamiento        |      |                   |      |                   |      | P-value |
|------------------------------------------|------------|--------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|---------|
|                                          |            | CTL                | SE   | CH                | SE   | RB                | SE   |         |
| Performance productiva                   |            |                    |      |                   |      |                   |      |         |
| Peso vivo                                | kg/vaca    | 420                | 14.2 | 421               | 14.2 | 423               | 14.2 | 0.987   |
| CMS                                      | kg/vaca/d  | 12.7               | 0.2  | 12.5              | 0.2  | 12.3              | 0.2  | 0.392   |
| Producción de leche                      | kg/vaca/d  | 11.9               | 0.3  | 11.2              | 0.3  | 11.9              | 0.3  | 0.323   |
| FPCM*                                    | kg/vaca/d  | 11.4               | 0.3  | 11.7              | 0.3  | 11.4              | 0.3  | 0.761   |
| Grasa en leche                           | g/kg leche | 36.0               | 2.1  | 41.5              | 2.1  | 38.8              | 2.1  | 0.198   |
| Proteína en leche                        | g/kg leche | 35.5 <sup>ab</sup> | 0.5  | 36.6 <sup>a</sup> | 0.5  | 34.8 <sup>c</sup> | 0.5  | 0.055   |
| MUN                                      | mg/DL      | 16.5               | 0.8  | 16.0              | 0.8  | 16.7              | 0.8  | 0.819   |
| Performance económica                    |            |                    |      |                   |      |                   |      |         |
| Costo de dieta                           | S/vaca/d   | 7.88 <sup>a</sup>  | 0.0  | 6.71 <sup>b</sup> | 0.0  | 6.90 <sup>c</sup> | 0.0  | <0.001  |
| Costo de dieta                           | S/kg leche | 0.68 <sup>a</sup>  | 0.01 | 0.56 <sup>b</sup> | 0.01 | 0.62 <sup>c</sup> | 0.01 | <0.001  |
| Performance ambiental                    |            |                    |      |                   |      |                   |      |         |
| Emisión de CH <sub>4</sub>               | g/vaca/d   | 281                | 3.9  | 278               | 3.9  | 275               | 3.9  | 0.539   |
| Intensidad de emisión de CH <sub>4</sub> | g/kg FPCM  | 25                 | 0.8  | 25                | 0.8  | 24                | 0.8  | 0.901   |
| Balance de nitrógeno                     | g/vaca/d   | 0.22               | 0.56 | -0.35             | 0.56 | -0.52             | 0.56 | 0.631   |

\*FPCM: Leche corregida a grasa y proteína, MUN: Nitrógeno ureico en leche

### RESULTADOS

El rendimiento de los animales demostró que los subproductos son una alternativa altamente viable. El consumo de materia seca (12.7, 12.5, 12.3 ±0.2 kg/d para el Control, CH y RB, respectivamente), la producción de leche corregida por grasa y proteína (11.4, 11.7, 11.4 ±0.3 kg/d), así como los componentes lácteos, se mantuvieron estables en todos los tratamientos. En el aspecto ambiental, las emisiones de metano entérico (promedio de 278 g/d) y su intensidad (promedio de 24.6 g/kg FPCM), junto con el balance de nitrógeno, tampoco se vieron afectados por los cambios en la dieta. El impacto más favorable fue el económico (P<0.01): el costo diario por ración disminuyó de S/ 7.88 en el grupo control a S/ 6.71 con cascarilla de cacao (CH) y S/ 6.90 con polvillo de arroz (RB). Consecuentemente, el costo de alimentación por cada kg de leche producida fue notablemente menor al usar CH (S/ 0.56) y RB (S/ 0.62), superando en eficiencia económica al concentrado tradicional (S/ 0.68).

## CONCLUSIONES

La sustitución del 30% del concentrado convencional por cascarilla de cacao o polvillo de arroz representa una estrategia viable, sostenible y rentable para la producción lechera tropical. Esta alternativa reduce los costos de alimentación sin comprometer la producción, la calidad de la leche ni los indicadores ambientales.



Fig 1. (A) Vacas pastoreando *Urochloa brizantha*, (B) Vacas recibiendo concentrado y *Cenchrus purpureus* picado en corral.

## REFERENCIAS

- [1] Wang, Y. et al. Predicting enteric methane emissions from dairy and beef cattle using nutrient composition and intake variables. *Animals* 14, 3452 (2024).
- [2] Kebreab, E. et al. Nitrogen pollution by dairy cows and its mitigation by dietary manipulation. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 60, 275-285 (2001).

|                        |                     |                   |                              |                     |
|------------------------|---------------------|-------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>PALABRAS CLAVES</b> | Cascarilla de cacao | Polvillo de arroz | Sistemas lecheros tropicales | Emisiones de metano |
|------------------------|---------------------|-------------------|------------------------------|---------------------|

## Recomendaciones

- Tipo de letra: Calibri
- Tamaño de letra: 10
- Interlineado: 1
- Sin sangría
- Subrayar el nombre del autor que presentará el trabajo
- Incluir imagen(es) o fotografía(s)
- Máximo 2 hojas.